

液滴吐出ヘッドの駆動装置、製膜装置、液滴吐出ヘッドの駆動方法、製膜方法
及び電子機器並びにデバイスの製造方法

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

本発明は、圧電振動子を伸縮させて吐出部から液滴を吐出させる振動子駆動型の液滴吐出ヘッドの駆動装置、製膜装置、液滴吐出ヘッドの駆動方法、製膜方法及び電子機器並びにデバイスの製造方法に関する。本出願は、特願2002-223153号及び特願2003-072336号を基礎出願とし、その内容を取り込むものとする。

Description of Related Art

液晶表示パネルの製造装置やコンピュータ端末の印刷装置に利用されるインクジェットプリンタと言われる液滴吐出装置では、圧電振動子の伸縮動作により液滴を吐出する振動子駆動型の液滴吐出ヘッドが用いられている。圧電振動子は、例えばピエゾ素子等から構成され、入力される駆動波形（例えば電圧波形）に応じて伸長、収縮する。

このように構成された液滴吐出ヘッドの駆動装置では、図15に示すような台形波からなる電圧波形により圧電振動子を駆動している。例えば、同図15中の電位 V_{com} は、圧電振動子の所定の印加電圧値であり、電位 V_H は、液滴吐出方向に対して圧電振動子を最大に収縮させる電圧値であり、他方、電位 V_L は、液滴吐出方向に対して圧電振動子を最大に伸長させる電圧値である。積層型のピエゾでは、印加電圧を電位 V_H にした時に液滴吐出方向に対してそのピエゾが最大の収縮を行い、印加電圧を電位 V_L にすることで、その収縮から解き放たれて伸長し、いわゆる静止状態の変位0を超えて、慣性で液滴吐出方向に変位する。このような圧電振動子の伸縮動作により、液滴吐出装置は液滴を吐出する。

ここで、図15に示した電圧波形の各期間 $T_1 \sim T_5$ にそれぞれ対応する圧電振動子の動作を説明する。期間 T_1 では、圧電振動子への印加電圧を電位 V_{com} から電位 V_H に増加させている。したがって、期間 T_1 では圧電振動子の伸長量及び圧縮量が増加していく。期間 T_2 では、圧電振動子に一定の電位 V_H が印加されるので、圧電振動子は一定（最大値）の伸長量及び圧縮量になろうとする。期間 T_3 では、印加電圧が電位 V_H から電位

V_L に減少していくので、圧電振動子の伸長量及び圧縮量が減少していく。期間 T_4 では、一定の電位 V_L が印加されるので、圧電振動子は一定（最小値）の伸長量及び圧縮量になろうとする。期間 T_5 では、印加電圧が電位 V_L から電位 V_{com} に増加させているので、圧電振動子の伸長量及び圧縮量が増加していく。これらの期間 $T_1 \sim T_5$ が繰り返されることで、圧電振動子が伸縮動作し、液滴吐出装置の液滴吐出ヘッドから液滴を吐出する。

ところで、圧電振動子は、伸長及び収縮という機械的な動作を繰り返すため、素子自体が疲労して劣化するが、急激な伸縮動作による熱的負荷の増大や、急峻な伸縮状態から停止状態への移行動作による機械的負荷の増大によって、素子の劣化が加速して、寿命が短くなると考えられる。

しかしながら、上記従来技術による液滴吐出ヘッドの駆動装置では、図15に示したように、圧電振動子を台形波の電圧波形により駆動しているため、波形の各変化点 $A_0 \sim A_5$ で圧電振動子の動作状態が急峻に変化する。したがって、上述のように、圧電振動子に対する機械的、熱的負荷が大きくなることにより、素子の劣化が早まり、長期にわたって安定して液滴吐出ヘッドから液滴を吐出することができないという問題があった。

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、圧電振動子の劣化を抑制することで安定した液滴の吐出動作が長期にわたって可能な液滴吐出ヘッドの駆動装置、製膜装置、液滴吐出ヘッドの駆動方法、製膜方法及び電子機器並びにデバイスの製造方法を提供することを目的とする。

SUMMARY OF THE INVENTION

上記目的を達成するための液滴吐出ヘッドの駆動装置は、圧電振動子を有し、所定の駆動波形を前記圧電振動子に加えて吐出部から液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドの駆動装置において、前記圧電振動子を曲線形状からなる駆動波形により駆動する駆動制御手段を備える。

この液体吐出ヘッドの駆動装置によれば、駆動制御手段が、圧電振動子を曲線波形からなる駆動波形により駆動するので、圧電振動子は、曲線的な駆動波形により伸縮動作が緩やかになり、機械的、熱的負荷の増大が抑制される。

したがって、この液体吐出ヘッドの駆動装置によれば、駆動制御手段が、圧電振動子を曲線波形からなる駆動波形により駆動するので、圧電振動子では、曲線的な駆動波形によ

り伸縮動作が緩やかになり、機械的、熱的負荷の増大が抑制される。これにより、圧電振動子の劣化を低減することができ、長寿命化を図ることができる。これにより、長期にわたって液滴吐出ヘッドから安定した液滴を吐出することができる。

前記駆動波形は、シャープエッジのない波形であることが好ましい。

この液滴吐出ヘッドの駆動装置によれば、圧電振動子がシャープエッジによる急峻な変化点のない駆動波形により駆動されるので、圧電振動子の動作状態の変化が緩やかになり、機械的、熱的負荷の増大が抑制される。なお、シャープエッジとは、例えば、図2の電圧波形における変位点A0～A5のことであり、圧電振動子への印加電圧が急峻に変化する点である。

このように、駆動波形をシャープエッジのない波形とすれば、圧電振動子が急峻な変化点のない駆動波形により駆動されるようになるので、圧電振動子の動作状態の変化が緩やかになり、より効果的に、機械的、熱的負荷の増大を抑制することができる。したがって、長期にわたって液滴吐出ヘッドから安定した液滴を吐出することができる。

前記駆動波形は、波形変換手段により矩形状又は台形状の方形波から変換されて生成される波形であることが好ましい。

この液滴吐出ヘッドの駆動装置によれば、駆動波形が矩形状又は台形状の方形波に基づいて生成されるので、既存の駆動装置で生成された方形波を利用して曲線波形からなる駆動波形を安価に生成することができる。

このように、駆動波形を矩形状又は台形状の方形波に基づいて生成されるようにすれば、既存の駆動装置で生成された方形波を利用して曲線波形からなる駆動波形を安価に生成することができる。したがって、既存の駆動装置を利用して、長期にわたって液滴吐出ヘッドから安定した液滴を吐出することができる液滴吐出ヘッドの駆動装置を安価に提供することができる。

また、前記駆動波形は、前記液滴を吐出させるための吐出波形と、前記液滴が吐出しない程度に前記圧電振動子を微振動させる微振動波形とを含むことが好ましい。

この液滴吐出ヘッドの駆動装置によれば、液滴を吐出する際の吐出波形のみならず、機能性液体の乾燥による吐出不安定及びノズル孔の目詰まりを防止するために圧電振動子を微振動させる微振動波形も曲線波形とすることができる。これにより、機械的な負荷やそれともなう熱的な負荷を軽減させることができ、圧電振動子の劣化を抑制して寿命を延

ばすことが可能となる。

また、上記目的を達成するための製膜装置は、前記液滴吐出ヘッドの駆動装置を備え、前記液滴吐出ヘッドから機能性液体を吐出させて被処理物の所定箇所に製膜処理をする。

この製膜装置によれば、機械的及び熱的負荷が少ない圧電振動子を用いて構成された液滴吐出ヘッドを製膜装置が備えているので、長期にわたって安定して液滴を吐出することができる。

この製膜装置は、カラーフィルタを製造する装置であることが好ましい。

この製膜装置によれば、長期にわたって安定して液滴を吐出することができる製膜装置をカラーフィルタの製造に適用するものでもあるので、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる高品位なカラーフィルタを安価に製造することが可能となる。

この製膜装置は、有機エレクトロルミネッセンス素子の構成要素となる膜を製膜する装置であることが好ましい。

この製膜装置によれば、長期にわたって安定して液滴を吐出することができる製膜装置を有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子の製造に適用するものでもあるので、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる高品位な有機EL素子（装置）を安価に製造することが可能となる。

この製膜装置は、前記液滴吐出ヘッドから金属微粒子を含有する液状体を吐出するものであって、該液状体を所望面に吐出することで金属配線となる膜を製膜する装置であることが好ましい。

この製膜装置によれば、長期にわたって安定して液滴を吐出することができる製膜装置を金属配線となる膜の製造に適用するものでもあるので、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる金属配線、すなわち断線する確率が低くて高密度に配置することができる金属配線を安価に製造することが可能となる。

また、上記目的を達成するための液滴吐出ヘッドの駆動方法は、所定の駆動波形により圧電振動子を伸縮させて吐出部から液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドの駆動方法において、前記圧電振動子を曲線波形からなる駆動波形により駆動する処理を有する。

この液滴吐出ヘッドの駆動方法によれば、圧電振動子が曲線波形からなる駆動波形により駆動されるので、圧電振動子が、曲線的な駆動波形により伸縮動作が緩やかになり、機

械的、熱的負荷の増大が抑制される。

したがって、この液滴吐出ヘッドの駆動方法によれば、圧電振動子が曲線波形からなる駆動波形により駆動されるので、圧電振動子は、曲線的な駆動波形により伸縮動作が緩やかになり、機械的、熱的負荷の増大が抑制される。これにより、圧電振動子の劣化を低減することができ、長寿命化を図ることができる。したがって、この液滴吐出ヘッドの駆動方法を用いることで、長期にわたって液滴吐出ヘッドから安定した液滴を吐出することができるという効果を奏することができる。

前記駆動波形は、シャープエッジのない波形であることが好ましい。

この液滴吐出ヘッドの駆動方法によれば、圧電振動子が、シャープエッジによる急峻な変化点のない駆動波形により駆動されるので、圧電振動子の動作状態の変化が緩やかになり、機械的、熱的負荷の増大が抑制される。

このように、駆動波形をシャープエッジのない波形とすれば、圧電振動子が急峻な変化点のない駆動波形により駆動されるので、圧電振動子の動作状態の変化が緩やかになり、より効果的に、機械的、熱的負荷の増大を抑制することができる。したがって、この液滴吐出ヘッドの駆動方法を用いることで、長期にわたって液滴吐出ヘッドから安定した液滴を吐出することができるという効果を奏することができる。

前記駆動波形は、矩形状又は台形状の方形波に基づいて生成される波形であることが好ましい。

この液滴吐出ヘッドの駆動方法によれば、駆動波形が矩形状又は台形状の方形波に基づいて生成されるので、既存の駆動方法により生成された方形波を利用して曲線波形からなる駆動波形を安価に生成することができる。

このように、駆動波形を矩形状又は台形状の方形波に基づいて生成するようにすれば、既存の駆動装置で生成された方形波を利用して曲線波形からなる駆動波形を安価に生成することができる。したがって、既存の駆動装置を利用して、長期にわたって液滴吐出ヘッドから安定した液滴を吐出することができる液滴吐出ヘッドの駆動方法を安価に提供することができる。

前記駆動波形は、前記液滴を吐出させるための吐出波形と、前記液滴が吐出しない程度に前記圧電振動子を微振動させる微振動波形とを含むことが好ましい。

この液滴吐出ヘッドの駆動方法によれば、液滴を吐出する際の吐出波形のみならず、機

能性液体の乾燥による吐出不安定及びノズル孔の目詰まりを防止するために圧電振動子を微振動させる微振動波形も曲線波形とすることができる。これにより、機械的な負荷やそれにともなう熱的な負荷を軽減することができ、圧電振動子の劣化を抑制して寿命を延ばすことが可能となる。

また、上記目的を達成するための製膜方法は、前記液滴吐出ヘッドの駆動方法を用いて製膜する。

この製膜方法によれば、液滴吐出ヘッドの圧電振動子に加える機械的及び熱的負荷が少ない駆動方法を用いて製膜するので、長期にわたって安定した液滴吐出で製膜することができ、長期にわたって高品位な製膜をすることができる。

この製膜方法は、カラーフィルタの構成要素となる膜を製膜するときに用いられることが好ましい。

この製膜方法によれば、長期にわたって安定して製膜することができる製膜方法を用いてカラーフィルタを製造するので、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる高品位なカラーフィルタを安価に製造することが可能となる。

この製膜方法は、有機エレクトロルミネッセンス素子の構成要素となる膜を製膜するときに用いられることが好ましい。

この製膜方法によれば、長期にわたって安定して製膜することができる製膜方法を用いて有機EL素子を製造するので、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる高品位な有機EL素子を安価に製造することが可能となる。

この製膜方法は、前記液滴吐出ヘッドから金属微粒子を含有する液状体を所望面に吐出することで、金属配線となる膜を製膜することが好ましい。

この製膜方法によれば、長期にわたって安定して製膜することができる製膜方法を用いて金属配線となる膜を製造するので、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる金属配線、すなわち断線する確率が低くて高密度に配置することができる金属配線を安価に製造することが可能となる。

また、上記目的を達成するための電子機器は、前記製膜方法を用いて製造されたデバイスを備える。

この電子機器によれば、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる電子機器を提供することができるので、不具合が発生する確率が従来よりも低

く、高機能であってより高密度化した電子デバイス又は光学デバイスなどを有してなる電子機器を低コストでかつ迅速に提供することができる。

また、上記目的を達成するためのデバイスの製造方法は、基板上の所定箇所に機能性液体を塗布して製造するデバイスの製造方法において、前記液滴吐出ヘッドの駆動方法を用いて、前記液滴吐出ヘッドから前記機能性液体を前記基板の所定箇所に吐出する工程を有する。

このデバイスの製造方法によれば、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなるデバイスを製造することができるので、不具合が発生する確率が従来よりも低く、高機能であってより高密度化したデバイスを、低コストかつ迅速に提供することができる。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、本発明の一実施形態による液滴吐出ヘッドの駆動装置の回路構成を構成を示すブロック図である。

図2は、本実施形態による圧電振動子の駆動波形を示す図である。

図3A～図3Cは、曲線波形に近い駆動波形及び微振動波形の一例を示す図である。

図4は、本実施形態の製膜装置の概要を示す模式斜視図である。

図5は、基板上のカラーフィルタ領域を示す図である。

図6A～図6Fは、カラーフィルタ領域の形成方法を工程順に説明するための図であって、このカラーフィルタ領域の要部断面図である。

図7は、有機EL素子を備えたELディスプレイの一例の回路図である。

図8は、図7に示したELディスプレイにおける画素部の平面構造を示す拡大平面図である。

図9A～図9Eは、有機EL素子の製造方法を工程順に説明するための図であって、要部断面図である。

図10A～図10Cは、図9に続く工程を順に説明するための要部断面図である。

図11A～図11Cは、図10に続く工程を順に説明するための要部断面図である。

図12は、本実施形態の光学素子を備えた電子機器の一例を示す図である。

図13は、本実施形態の光学素子を備えた電子機器の他の例を示す図である。

図14は、本実施形態の光学素子を備えた電子機器の他の例を示す図である。

図15は、従来の方形波による圧電振動子の駆動波形を示す図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、本実施形態による液滴吐出ヘッドの駆動装置の回路構成を示したブロック図である。この図に示すように、本実施形態による液滴吐出ヘッドの駆動装置は、駆動制御手段としての駆動制御回路10と、駆動制御回路10から供給される駆動波形により伸縮し、液滴吐出ヘッドの吐出部から液滴を吐出させるピエゾ素子等からなる圧電振動子20と、台形状の方形波である従来の駆動波形を生成する駆動波形生成回路30とから構成されている。

なお、駆動波形生成回路30は、D/Aコンバータ301とプリアンプ302とパワーアンプ303とから構成されるが、これらは従来の駆動波形生成回路と同一に構成できるので、詳細な説明は省略する。この駆動波形生成回路30で生成された駆動波形は、駆動制御回路10へと供給される。また、駆動制御回路10と圧電振動子20は吐出部を備える液滴吐出ヘッド部4側に設けられている。他方、駆動波形生成回路30は、本実施形態による液滴吐出ヘッドを用いた液滴吐出装置（製膜装置）本体側に設けられている。そして、駆動制御回路10と駆動波形生成回路30との間は、例えばFFC（Flexible Flat Cable）等により接続されている。そして、パワーアンプ303の出力がFFCを介して駆動制御回路10に送られる。

ここで、駆動波形生成回路30からFFCを介して、液滴吐出ヘッド部4に設けられた圧電振動子20に与える駆動波形は、大別すると液滴吐出ヘッド部4から液滴を吐出させるための吐出波形と、圧電振動子20を微振動させるための微振動波形とがある。上記吐出波形は、所定量の液滴を吐出させるために最大電位及び最小電位並びに波形形状が規定された波形である。一方、微振動波形は、液滴吐出ヘッド部4のノズル孔において吐出用液が乾燥して吐出不安定及び目詰まりするのを防止するために、液滴吐出ヘッド部4から液滴が吐出しない程度に圧電振動子20を微振動させることで、ノズル孔における吐出液（機能性液体）の液面（メニスカス）を微振動させるための波形である。

なお、微振動波形は、圧電振動子20に印加するタイミングに応じて以下の4通りに分

類される。つまり、液滴吐出装置の電源投入状態において常時圧電振動子20を微振動させる常時微振動波形、液滴吐出前に圧電振動子20を微振動させる吐出前微振動波形、液滴吐出中に圧電振動子20を微振動させる吐出中微振動波形、及び液滴吐出後に圧電振動子20を微振動させる吐出後微振動波形である。液滴吐出ヘッド部4に吐出波形を与えるか、又は微振動波形を与えるかは、アナログスイッチTGが選択する。

本実施例では、駆動制御回路10が、波形変換手段として、駆動波形生成回路30の出力と直列に接続された、主としてFFCのインダクタ成分であるインダクタLと、インダクタLを介して入力される駆動波形により圧電振動子20を駆動するアナログスイッチTGとから構成される。

これにより、本実施形態による液滴吐出ヘッドの駆動装置では、インダクタLと等価的にキャパシタンスCとして表される圧電振動子20により構成される低域通過型LCフィルタにより、図2に示すように、駆動波形生成回路30により生成された台形状の方形波(a)が、曲線波形からなる駆動波形(b)となって圧電振動子20の端子間に印加される。また、台形状の方形波における変化点A0~A5は無くなり、緩やかな曲線による変化となる。すなわち、圧電振動子20への印加電圧が急峻に変化する変化点であるシャープエッジ(方形波(a)の変位点A0~A5)が、駆動波形(b)ではなくなっている。

このようにして、曲線波形により駆動される圧電振動子20では、台形状の方形波により駆動される場合と比べて、機械的な負荷やそれともなう熱的な負荷が軽減され、圧電振動子20の劣化が抑制されて寿命が延びる。したがって、液滴吐出ヘッド部4から長期にわたって安定して液滴を吐出することが可能となる。また、インダクタLや抵抗Rの値は、圧電振動子20における等価的なキャパシタンスCや、駆動波形の周波数に応じて最適化した値を用いることが好ましい。

以上、台形状の駆動波形を曲線波形に近い駆動波形に変換し、この駆動波形により圧電振動子20を駆動する方法について説明したが、上述した通り駆動波形は液滴を吐出させるための吐出波形と、ノズル孔の目詰まり防止及び吐出不安定防止のための微振動波形とに大別される。以上説明した駆動波形を曲線波形とする方法は、吐出波形を曲線波形にするのみならず微振動波形を曲線波形にするためにも用いられる。図3A~図3Cは、曲線波形に近い駆動波形及び微振動波形の一例を示す図であって、図3Aは曲線波形に近い吐出波形を示す図であり、図3Bは曲線波形に近い微振動波形を示す図であり、図3Cは曲

線波形に近い吐出波形と微振動波形とを合成した図である。

図3 Aに示す通り、吐出波形w 1はマクロ的に見て全体的に曲線に近い波形となっている。また、図3 Bに示す通り、微振動波形w 2も吐出波形w 1と同様に、マクロ的に見て曲線に近い波形となっている。また、図3 Cにおいては、液滴吐出期間T 1 0前に微振動波形w 2が圧電振動子2 0に供給され、液滴吐出期間T 1 0内においては吐出波形w 1のみが圧電振動子2 0に供給される駆動波形を例に挙げて示している。なお、図3 Cに示す液滴吐出期間T 1 0前における微振動波形（吐出前微振動波形）のみが曲線波形に近い波形にされる訳ではなく、上述した常時微振動波形、吐出中微振動波形、及び吐出後微振動波形もマクロ的に見て曲線に近い波形とされる。

このように、本実施形態による液滴吐出ヘッドの駆動装置によれば、微振動波形についても曲線波形になるので、台形状の方形波により駆動する場合と比べて、機械的な負荷やそれにとともなう熱的な負荷を軽減することができ、圧電振動子2 0の劣化を抑制して寿命を延ばすことが可能となる。また、本実施形態においては、駆動波形生成回路3 0から液滴吐出ヘッド部4をみたときのインピーダンスは、台形状の駆動波形を曲線波形に近い駆動波形に変換するF F Cの分だけ大きくなっている。このため、圧電振動子2 0に供給される電流はF F Cのインピーダンスの分だけ小さくなり、圧電振動子2 0の長寿命化を図ることもできる。

（適用例）

次に、上記実施形態の液滴吐出ヘッドの駆動装置を備えてなる製膜装置（液滴吐出装置）について、図4を参照して説明する。図4は、本実施形態の製膜装置の概要を示す模式斜視図である。

この製膜装置1は、例えば、カラーフィルタ製造用のもので、ベース架台2上に載置されたX方向及びY方向に移動可能なXYテーブル3と、このXYテーブル3の上方に設けられた液滴吐出ヘッド部4とを備えて構成されたものである。

XYテーブル3上には、例えばブラックマトリクスが形成され未着色の状態の基板Sが載置される。液滴吐出ヘッド部4は、架台5に設けられた支持部材6に取り付けられたもので、赤、青、緑の各色のインクをそれぞれ吐出する各色用の独立したヘッド4 a・・を有したものである。これら各ヘッド4 a・・には、それぞれに独立してインク供給チューブ7および電気信号用ケーブル（F F Cなど、図示せず）が接続されている。

インク供給チューブ7 aのもう一方の端部には、三方弁、溶存酸素計等を含む弁ボックス8を介してインク供給ユニット9が接続されている。

このような構成のもとにこの製膜装置1は、タンク内のインクを、インク供給チューブ7 b、弁ボックス8、インク供給チューブ7 aを介して液滴吐出ヘッド部4に移送することにより、ここから吐出して基板S上に塗布するようになっている。

そして、製膜装置1は、図1などに示すように、圧電振動子20に加える機械的及び熱的負荷が少ない液滴吐出ヘッド部4を備えているので、長期にわたって安定して液滴を吐出することができる。

このような構成の製膜装置1により、基板Sにインクを吐出してカラーフィルタを製造するには、まず、基板SをXYテーブル3上の所定位置に設置する。ここで、基板Sとしては、適度の機械的強度を有すると共に、光透過性が高い透明基板が用いられる。具体的には、透明ガラス基板、アクリルガラス、プラスチック基板、プラスチックフィルム及びこれらの表面処理品等が用いられる。

また、本例では、例えば図5に示すように長方形形状の基板S上に、生産性をあげる観点から複数個のカラーフィルタ領域5 1をマトリックス状に形成する。これらのカラーフィルタ領域5 1は、後で基板Sを切断することにより、液晶表示装置に適合するカラーフィルタとして用いることができる。なお、カラーフィルタ領域5 1としては、図5に示したようにRのインク、Gのインク、およびBのインクをそれぞれ所定のパターン、本例では従来公知のストライプ型で形成して配置する。なお、この形成パターンとしては、ストライプ型のほかに、モザイク型やデルタ型あるいはスクウェア型等としてもよい。

このようなカラーフィルタ領域5 1を形成するには、まず、図6 Aに示すように透明の基板Sの一方の面に対し、ブラックマトリックス5 2を形成する。このブラックマトリックス5 2の形成方法としては、光透過性のない樹脂（好ましくは黒色）を、スピコート等の方法で所定の厚さ（例えば2 μm 程度）に塗布することで行う。このブラックマトリックス5 2の格子で囲まれる最小の表示要素、すなわちフィルターエレメント5 3については、例えばX軸方向の巾を30 μm 、Y軸方向の長さを100 μm 程度とする。

次に、図6 Bに示すように、前記の液滴吐出ヘッド部4からインク滴（液滴）5 4を吐出し、これをフィルターエレメント5 3に着弾させる。吐出するインク滴5 4の量については、加熱工程におけるインクの体積減少を考慮した十分な量とする。

このようにして基板S上のすべてのフィルターエレメント53にインク滴54を充填したら、ヒータを用いて基板Sが所定の温度（例えば70℃程度）となるように加熱処理する。この加熱処理により、インクの溶媒が蒸発してインクの体積が減少する。この体積減少の激しい場合には、カラーフィルタとして十分なインク膜の厚みが得られるまで、インク吐出工程と加熱工程とを繰り返す。この処理により、インクに含まれる溶媒が蒸発して、最終的にインクに含まれる固形分のみが残留して膜化し、図6Cに示すようにカラーフィルタ55となる。

次いで、基板Sを平坦化し、かつカラーフィルタ55を保護するため、図6Dに示すようにカラーフィルタ55やブラックマトリックス52を覆うように、基板S上に保護膜56を形成する。この保護膜56の形成にあたっては、スピコート法、ロールコート法、リップング法等の方法を採用することもできるが、カラーフィルタ55の場合と同様に、図4に示した製膜装置1を用いて行うこともできる。

次いで、図6Eに示すようにこの保護膜56の全面に、スパッタ法や真空蒸着法等によって透明導電膜57を形成する。その後、透明導電膜57をパターニングし、画素電極58を前記フィルターエレメント53に対応させてパターニングする。なお、液晶表示パネルの駆動にTFT（Thin Film Transistor）を用いる場合には、このパターニングは不用となる。

このような製膜装置1によるカラーフィルタの製造にあっては、長期にわたって安定して液滴を吐出することができる製膜装置1を用いて製造するので、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる高品位なカラーフィルタを安価に製造することが可能となる。

なお、本発明の製膜装置1は、図4に示した構成に限定されることなく、特に液滴吐出ヘッド部4の構成が3つのヘッド4aを備えた構成である必要はない。

また、上記製膜装置1は、有機EL素子の構成要素となる薄膜の形成にも用いることができる。図7、図8は、このような有機EL素子を備えたELディスプレイの一例の概略構成を説明するための図であり、これらの図において符号70がELディスプレイである。

このELディスプレイ70は、回路図である図7に示すように透明の基板上に、複数の走査線131と、これら走査線131に対して交差する方向に延びる複数の信号線132と、これら信号線132に並列に延びる複数の共通給電線133とがそれぞれ配線された

もので、走査線131及び信号線132の各交点毎に、画素（画素領域素）71を設けて構成されたものである。

信号線132に対しては、シフトレジスタ、レベルシフタ、ビデオライン、アナログスイッチを備えるデータ側駆動回路72が設けられている。

一方、走査線131に対しては、シフトレジスタ及びレベルシフタを備える走査側駆動回路73が設けられている。また、画素領域71の各々には、走査線131を介して走査信号がゲート電極に供給されるスイッチング薄膜トランジスタ142と、このスイッチング薄膜トランジスタ142を介して信号線132から供給される画像信号を保持する保持容量capと、保持容量capによって保持された画像信号がゲート電極に供給されるカレント薄膜トランジスタ143と、このカレント薄膜トランジスタ143を介して共通給電線133に電氣的に接続したときに共通給電線133から駆動電流が流れ込む画素電極141と、この画素電極141と反射電極154との間に挟み込まれる発光部140と、が設けられている。

このような構成のもとに、走査線131が駆動されてスイッチング薄膜トランジスタ142がオンとなると、そのときの信号線132の電位が保持容量capに保持され、該保持容量capの状態に応じて、カレント薄膜トランジスタ143のオン・オフ状態が決まる。そして、カレント薄膜トランジスタ143のチャネルを介して共通給電線133から画素電極141に電流が流れ、さらに発光部140を通じて反射電極154に電流が流れる。これにより、発光部140は、これを流れる電流量に応じて発光するようになる。

ここで、各画素71の平面構造は、反射電極や有機EL素子を取り除いた状態での拡大平面図である図8に示すように、平面形状が長方形の画素電極141の四辺が、信号線132、共通給電線133、走査線131及び図示しない他の画素電極用の走査線によって囲まれた配置となっている。

次に、このようなELディスプレイ70に備えられる有機EL素子の製造方法について、図9～図11を用いて説明する。なお、図9～図11では、説明を簡略化するべく、単一の画素71についてのみ図示する。

まず、基板を用意する。ここで、有機EL素子では後述する発光層による発光光を基板側から取り出すことも可能であり、また基板と反対側から取り出す構成とすることも可能である。発光光を基板側から取り出す構成とする場合、基板材料としてはガラスや石英、

樹脂等の透明ないし半透明なものが用いられるが、特に安価なガラスが好適に用いられる。

また、基板に色フィルター膜や蛍光性物質を含む色変換膜、あるいは誘電体反射膜を配置して、発光色を制御するようにしてもよい。

また、基板と反対側から発光光を取り出す構成の場合、基板は不透明であってもよく、その場合、アルミナ等のセラミックス、ステンレス等の金属シートに表面酸化などの絶縁処理を施したもの、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂などを用いることができる。

本例では、基板として図9 Aに示すようにガラス等からなる透明基板121を用意する。そして、これに対し、必要に応じてTEOS（テトラエトキシシラン）や酸素ガスなどを原料としてプラズマCVD法により厚さ約200nm～500nmのシリコン酸化膜からなる下地保護膜（図示せず）を形成する。

次に、透明基板121の温度を約350℃に設定して、下地保護膜の表面にプラズマCVD法により厚さ約30nm～70nmのアモルファスシリコン膜からなる半導体膜200を形成する。次いで、この半導体膜200に対してレーザアニールまたは固相成長法などの結晶化工程を行い、半導体膜200をポリシリコン膜に結晶化する。レーザアニール法では、例えばエキシマレーザでビームの長寸が400mmのラインビームを用い、その出力強度は例えば200mJ/cm²とする。ラインビームについては、その短寸方向におけるレーザ強度のピーク値の90%に相当する部分が各領域毎に重なるようにラインビームを走査する。

次いで、図9 Bに示すように、半導体膜（ポリシリコン膜）200をパターニングして島状の半導体膜210とし、その表面に対して、TEOSや酸素ガスなどを原料としてプラズマCVD法により厚さ約60nm～150nmのシリコン酸化膜または窒化膜からなるゲート絶縁膜220を形成する。なお、半導体膜210は、図8に示したカレント薄膜トランジスタ143のチャネル領域及びソース・ドレイン領域となるものであるが、異なる断面位置においてはスイッチング薄膜トランジスタ142のチャネル領域及びソース・ドレイン領域となる半導体膜も形成されている。つまり、図9～図11に示す製造工程では二種類のトランジスタ142、143が同時に作られるのであるが、同じ手順で作られるため、以下の説明ではトランジスタに関しては、カレント薄膜トランジスタ143についてのみ説明し、スイッチング薄膜トランジスタ142についてはその説明を省略する。

次いで、図9 Cに示すように、アルミニウム、タンタル、モリブデン、チタン、タング

ステンなどの金属膜からなる導電膜をスパッタ法により形成した後、これをパターニングし、ゲート電極143Aを形成する。

次いで、この状態で高濃度のリンイオンを打ち込み、半導体膜210に、ゲート電極143Aに対して自己整合的にソース・ドレイン領域143a、143bを形成する。なお、不純物が導入されなかった部分がチャネル領域143cとなる。

次いで、図9Dに示すように、層間絶縁膜230を形成した後、コンタクトホール232、234を形成し、これらコンタクトホール232、234内に中継電極236、238を埋め込む。

次いで、図9Eに示すように、層間絶縁膜230上に、信号線132、共通給電線133及び走査線（図9に示さず）を形成する。ここで、中継電極238と各配線とは、同一工程で形成されていてもよい。このとき、中継電極236は、後述するITO膜により形成されることになる。

そして、各配線の上面をも覆うように層間絶縁膜240を形成し、中継電極236に対応する位置にコンタクトホール（図示せず）を形成し、そのコンタクトホール内にも埋め込まれるようにITO膜を形成し、さらにそのITO膜をパターニングして、信号線132、共通給電線133及び走査線（図示せず）に囲まれた所定位置に、ソース・ドレイン領域143aに電氣的に接続する画素電極141を形成する。ここで、信号線132及び共通給電線133、さらには走査線（図示せず）に挟まれた部分が、後述するように正孔注入層や発光層の形成場所となっている。

次いで、図10Aに示すように、前記の形成場所を囲むように隔壁150を形成する。この隔壁150は、仕切部材として機能するものであり、例えばポリイミド等の絶縁性有機材料で形成するのが好ましい。隔壁150の膜厚については、例えば1 μ m～2 μ mの高さとなるように形成する。また、隔壁150は、液滴吐出ヘッド部4から吐出される液状体に対して非親和性を示すものが好ましい。隔壁150に非親和性を発現させるためには、例えば隔壁150の表面をフッ素系化合物などで表面処理するといった方法が採用される。フッ素化合物としては、例えばCF₄、SF₅、CHF₃などがあり、表面処理としては、例えばプラズマ処理、UV照射処理などが挙げられる。

そして、このような構成のもとに、正孔注入層や発光層の形成場所、すなわちこれらの形成材料の塗布位置とその周囲の隔壁150との間には、十分な高さの段差111が形成

されているのである。

次いで、図10Bに示すように、基板121の上面を上に向けた状態で、正孔注入層の形成材料を前記の液滴吐出ヘッド部4より、前記隔壁150に囲まれた塗布位置、すなわち隔壁150内に液状の形成材料114Aを選択的に塗布する。

正孔注入層の形成材料としては、ポリマー前駆体がポリテトラヒドロチオフェニルフェニレンであるポリフェニレンビニレン、1, 1-ビス-(4-N, N-ジトリルアミノフェニル)シクロヘキサン、トリス(8-ヒドロキシキノリノール)アルミニウム等が挙げられる。

このとき、液状の形成材料114Aは、流動性が高いため水平方向に広がろうとするが、塗布された位置を囲んで隔壁150が形成されているので、形成材料114Aは隔壁150を越えてその外側に広がることが防止されている。

次いで、図10Cに示すように加熱あるいは光照射により液状の前駆体114Aの溶媒を蒸発させて、画素電極141上に、固形の正孔注入層140Aを形成する。

次いで、図11Aに示すように、基板121の上面を上に向けた状態で、液滴吐出ヘッド部4よりインクとして発光層の形成材料(発光材料)114Bを前記隔壁150内の正孔注入層140A上に選択的に塗布する。

発光層の形成材料としては、例えば共役系高分子有機化合物の前駆体と、得られる発光層の発光特性を変化させるための蛍光色素とを含んでなるものが好適に用いられる。

共役系高分子有機化合物の前駆体は、蛍光色素等とともに液滴吐出ヘッド部4から吐出されて薄膜に成形された後、加熱硬化されることによって共役系高分子有機EL層となる発光層を生成し得るものをいい、例えば前駆体のスルホニウム塩の場合、加熱処理されることによりスルホニウム基が脱離し、共役系高分子有機化合物となるもの等である。

このような共役系高分子有機化合物は、固体で強い蛍光を持ち、均質な固体超薄膜を形成することができる。しかも形成能に富み、ITO電極との密着性も高い。さらに、このような化合物の前駆体は、硬化した後は強固な共役系高分子膜を形成することから、加熱硬化前においては前駆体溶液を後述するインクジェットパターンニングに適用可能な所望の粘度に調整することができ、簡便かつ短時間で最適条件の膜形成を行うことができる。

このような前駆体としては、例えばPPV(ポリ(パラフェニレンビニレン))またはその誘導体の前駆体が好ましい。PPVまたはその誘導体の前駆体は、水あるいは有機溶

媒に可溶であり、また、ポリマー化が可能であるため光学的にも高品質の薄膜を得ることができる。さらに、PPVは強い蛍光を持ち、また二重結合の π 電子がポリマー鎖上で非極在化している導電性高分子でもあるため、高性能の有機EL素子を得ることができる。

このようなPPVまたはPPV誘導体の前駆体として、例えば、PPV（ポリ（パラフェニレンビニレン））前駆体、MO-PPV（ポリ（2,5-ジメトキシ-1,4-フェニレンビニレン））前駆体、CN-PPV（ポリ（2,5-ビスヘキシルオキシ-1,4-フェニレン-（1-シアノビニレン）））前駆体、MEH-PPV（ポリ〔2-メトキシ-5-（2'-エチルヘキシルオキシ）-パラフェニレンビニレン〕）前駆体等が挙げられる。

PPVまたはPPV誘導体の前駆体は、前述したように水に可溶であり、製膜後の加熱により高分子化してPPV層を形成する。前記PPV前駆体に代表される前駆体の含有量は、組成物全体に対して0.01質量%～10.0質量%が好ましく、0.1質量%～5.0質量%がさらに好ましい。前駆体の添加量が少な過ぎると共役系高分子膜を形成するのに不十分であり、多過ぎると組成物の粘度が高くなり、インクジェット法による精度の高いパターンニングに適さない場合がある。

さらに、発光層の形成材料としては、少なくとも1種の蛍光色素を含むのが好ましい。これにより、発光層の発光特性を変化させることができ、例えば、発光層の発光効率の向上、または光吸収極大波長（発光色）を変えるための手段としても有効である。すなわち、蛍光色素は単に発光層材料としてではなく、発光機能そのものを担う色素材料として利用することができる。例えば、共役系高分子有機化合物分子上のキャリア再結合で生成したエキシトンのエネルギーをほとんど蛍光色素分子上に移すことができる。この場合、発光は蛍光量子効率が高い蛍光色素分子からのみ起こるため、発光層の電流量子効率も増加する。したがって、発光層の形成材料中に蛍光色素を加えることにより、同時に発光層の発光スペクトルも蛍光分子のものとなるので、発光色を変えるための手段としても有効となる。

なお、ここでいう電流量子効率とは、発光機能に基づいて発光性能を考察するための尺度であって、下記式により定義される。

$$\eta_E = \text{放出されるフォトンのエネルギー} / \text{入力電気エネルギー}$$

そして、蛍光色素のドーピングによる光吸収極大波長の変換によって、例えば赤、青、緑の

3原色を発光させることができ、その結果フルカラー表示体を得ることが可能となる。

さらに蛍光色素をドーピングすることにより、EL素子の発光効率を大幅に向上させることができる。

蛍光色素としては、赤色の発色光を発光する発光層を形成する場合、赤色の発色光を有するローダミンまたはローダミン誘導体を用いるのが好ましい。これらの蛍光色素は、低分子であるため水溶液に可溶であり、またPPVと相溶性がよく、均一で安定した発光層の形成が容易である。このような蛍光色素として具体的には、ローダミンB、ローダミンBベース、ローダミン6G、ローダミン101過塩素酸塩等が挙げられ、これらを2種以上混合したものであってもよい。

また、緑色の発色光を発光する発光層を形成する場合、緑色の発色光を有するキナクリドンおよびその誘導体を用いるのが好ましい。これらの蛍光色素は、前記赤色蛍光色素と同様、低分子であるため水溶液に可溶であり、またPPVと相溶性がよく発光層の形成が容易である。

さらに、青色の発色光を発光する発光層を形成する場合、青色の発色光を有するジスチリルビフェニルおよびその誘導体を用いるのが好ましい。これらの蛍光色素は前記赤色蛍光色素と同様、低分子であるため水・アルコール混合溶液に可溶であり、またPPVと相溶性がよく発光層の形成が容易である。

また、青色の発色光を有する他の蛍光色素としては、クマリンおよびその誘導体を挙げることができる。これらの蛍光色素は、前記赤色蛍光色素と同様、低分子であるため水溶液に可溶であり、またPPVと相溶性がよく発光層の形成が容易である。このような蛍光色素として具体的には、クマリン、クマリン-1、クマリン-6、クマリン-7、クマリン120、クマリン138、クマリン152、クマリン153、クマリン311、クマリン314、クマリン334、クマリン337、クマリン343等が挙げられる。

さらに、別の青色の発色光を有する蛍光色素としては、テトラフェニルブタジエン(TPB)またはTPB誘導体を挙げることができる。これらの蛍光色素は、前記赤色蛍光色素等と同様、低分子であるため水溶液に可溶であり、またPPVと相溶性がよく発光層の形成が容易である。

以上の蛍光色素については、各色ともに1種のみを用いてもよく、また2種以上を混合して用いてもよい。

これらの蛍光色素については、前記共役系高分子有機化合物の前駆体固型分に対し、0.5質量%～10質量%添加するのが好ましく、1.0質量%～5.0質量%添加するのがより好ましい。蛍光色素の添加量が多過ぎると発光層の耐候性および耐久性の維持が困難となり、一方、添加量が少な過ぎると、前述したような蛍光色素を加えることによる効果が十分に得られないからである。

また、前記前駆体および蛍光色素については、極性溶媒に溶解または分散させてインクとし、このインクを液滴吐出ヘッド部4から吐出するのが好ましい。極性溶媒は、前記前駆体、蛍光色素等を容易に溶解または均一に分散させることができるため、液滴吐出ヘッド部4のノズル孔での発光層形成材料中の固型分が付着したり目詰りを起こすのを防止することができる。

このような極性溶媒として具体的には、水、メタノール、エタノール等の水と相溶性のあるアルコール、N、N-ジメチルホルムアミド (DMF)、N-メチルピロリドン (NMP)、ジメチルイミダゾリン (DMI)、ジメチルスルホキシド (DMSO) 等の有機溶媒または無機溶媒が挙げられ、これらの溶媒を2種以上適宜混合したものであってもよい。

さらに、前記形成材料中に湿潤剤を添加しておくのが好ましい。これにより、形成材料が液滴吐出ヘッド部4のノズル孔で乾燥・凝固することを有効に防止することができる。かかる湿潤剤としては、例えばグリセリン、ジエチレングリコール等の多価アルコールが挙げられ、これらを2種以上混合したものであってもよい。この湿潤剤の添加量としては、形成材料の全体量に対し、5質量%～20質量%程度とするのが好ましい。

なお、その他の添加剤、被膜安定化材料を添加してもよく、例えば、安定剤、粘度調整剤、老化防止剤、pH調整剤、防腐剤、樹脂エマルジョン、レベリング剤等を用いることができる。

このような発光層の形成材料114Bを液滴吐出ヘッド部4のノズル孔から吐出すると、形成材料114Aが隔壁150内の正孔注入層140A上に塗布される。

ここで、形成材料114Aの吐出による発光層の形成は、赤色の発色光を発光する発光層の形成材料、緑色の発色光を発光する発光層の形成材料、青色の発色光を発光する発光層の形成材料を、それぞれ対応する画素71に吐出して塗布することによって行う。なお、各色に対応する画素71は、これらが規則的な配置となるように予め決められている。

このようにして各色の発光層形成材料を吐出して塗布したら、発光層形成材料114B

中の溶媒を蒸発させることにより、図11Bに示すように正孔層注入層140A上に固形の発光層140Bを形成し、これにより正孔層注入層140Aと発光層140Bとからなる発光部140を得る。ここで、発光層形成材料114B中の溶媒の蒸発については、必要に応じて加熱あるいは減圧等の処理を行うが、発光層の形成材料は通常乾燥性が良好で速乾性であることから、特にこのような処理を行うことなく、したがって各色の発光層形成材料を順次吐出塗布することにより、その塗布順に各色の発光層140Bを形成することができる。

その後、図11Cに示すように、透明基板121の表面全体に、あるいはストライプ状に、反射電極154を形成し、有機EL素子を得る。

このような有機EL素子の製造方法にあっても、正孔注入層140Aや発光層140Bといった有機EL素子の構成要素となる薄膜を、製膜装置1によって作製していることから、正孔注入層140Aや発光層140Bの膜厚、平坦度、形成位置などを高精度に制御することが可能となり、不具合品が発生する確率を低減することができ、したがって有機EL素子を比較的安価にしかも安定して形成することができる。

(電子機器)

上記実施形態の光学素子(カラーフィルタ又は有機EL素子)であるデバイスを備えた電子機器の例について説明する。

図12は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図12において、符号1000は携帯電話本体を示し、符号1001は上記の光学素子を用いた表示部を示している。

図13は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図13において、符号1100は時計本体を示し、符号1101は上記のカラーフィルタを用いた表示部を示している。

図14は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図14において、符号1200は情報処理装置、符号1202はキーボードなどの入力部、符号1204は情報処理装置本体、符号1206は上記のカラーフィルタを用いた表示部を示している。

図12から図14に示す電子機器は、上記実施形態の光学素子を備えているので、良好に画像表示することができ、製造コストを低減することができるとともに、製造期間を短縮することができる。

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。例えば、インダクタLの代わりに抵抗Rを用いても良い。この場合、低域通過型RCフィルタが構成され、圧電振動子20に印加される駆動波形は図2の(c)に示すように積分波形となり、全ての変化点が残らない(変化点A0、A2、A4が残る)という点ではインダクタLの場合と同レベルの効果は期待できないが、一定の効果は得られる。また、インダクタLと抵抗Rの両方を用いて構成しても良い。

また、インダクタLや抵抗Rとして、駆動制御回路10と駆動波形生成回路30との間を接続しているFFCやアナログスイッチTG等に寄生するインダクタ成分や抵抗成分を利用することもできる。

また、上記実施形態の液滴吐出ヘッドの駆動装置から金属微粒子を含有する液状体を所望面に吐出することで、金属配線となる膜を製膜することとしてもよい。このようにすることにより、金属配線となる膜を長期にわたって安定して製膜することができるので、従来よりも高精度に膜厚、平坦度、形成位置などが制御された膜からなる金属配線、すなわち断線する確率が低く高密度に配置することができる金属配線を安価に製造することが可能となる。

なお、本発明を適用して製造されるデバイスは上記実施形態に限られず、機能性液体を用いて所定の製膜処理を施して製造されるものに広く適用される。例えば一例としてこの他に、マイクロレンズアレイの製造方法への適用などが挙げられる。